Mantenimiento de transformadores de potencia MT/MT

Ing. Ind. Mec. Marcelo Mula, U.T.E; Ing. Ind. Mec. Juan Pertusso, U.T.E

***Resumen*— Este trabajo describe el desarrollo e implantación del nuevo sistema de gestión del mantenimiento de los más de 400 transformadores de potencia MT/MT instalados en la red de distribución de UTE. El sistema esta enmarcado en un contexto más amplio que incluye la gestión del mantenimiento de todos los equipos instalados y está siendo desarrollado por personal de UTE. En el trabajo se presenta la metodología utilizada para la elaboración del sistema que incluye: análisis del modo de falla y sus efectos (AMFE) , redacción de los instructivos de trabajo de tareas resultantes, desarrollo de herramientas informáticas, pruebas piloto, capacitación del personal, implantación y seguimiento. En particular, en el trabajo se presentan las tareas quinquenales de mantenimiento de un transformador, consistentes en una inspección general, la medida de una serie de parámetros y pruebas de las protecciones propias del equipo. A los efectos de facilitar la tarea se desarrolló un software (RIO II) para ser ejecutado en Pocket PC y nuevas funcionalidades del sistema informático existente compatibles con dicho software.**

***Indice de términos*--. Transformador, Mantenimiento, Revisión**

I. Nomenclatura

Media Tensión (MT): corresponde a tensiones máximas de servicio mayores a 1kV y menores o iguales a 72,5kV.

II. Introducción

El Proyecto de Mejora de la Gestión del Mantenimiento en UTE-Distribución, se inició en el año 2004 a partir de la directiva del Área Distribución (DIS) de mejorar la eficiencia con la cual se realiza actualmente el mantenimiento de las instalaciones, para un mejor aprovechamiento de los recursos, de cara a las exigencias regulatorias y presupuestales y siempre en el marco de un desarrollo sustentable.

Esta iniciativa surge en el contexto de cumplir con las actuales obligaciones a las que se enfrenta la empresa, entre las que se destacan: abastecer la demanda, alcanzar la Calidad de Servicio requerida por la regulación, lograr seguridad de las instalaciones respecto a terceros y al personal propio, y mantener una economía integral empresarial. Esto implica que los costos de explotación se deben alinear con las posibilidades presupuestales, las inversiones deben ser las estrictamente necesarias y a los activos hay que extenderle su vida útil más allá de la prevista en la remuneración del Regulador.

A partir de esto se definen los objetivos generales del proyecto. Por un lado el control de la funcionalidad de las instalaciones buscando bajar las tasas de fallas y por otro alargar la vida útil de las instalaciones buscando la eficiencia económica

Fig. 1. Transformador de Potencia MT/MT

Proyecto de Mejora de la Gestión del Mantenimiento en UTE-Distribución

La estrategia abordada por UTE-DIS se basa en un cambio en las actividades tradicionales de mantenimiento que tenían un importante componente de mantenimiento correctivo, hacia una política basada en acciones de mantenimiento preventivo.

El proceso de documentación iniciado sirve como base hacia una futura certificación ISO 9001. Toda la documentación que se genere será integrada al Sistema de Calidad, por lo cual deberá ser coherente con la documentación de los procesos en vía de certificación.

Se optó utilizar un modelo participativo de trabajo, conformando grupos con especialistas técnicos y operativos para cada tipo de instalación. Se utiliza el Modelo de Mejora Continua, la Metodología de Documentación ISO y lineamientos de Mantenimiento basado en análisis de modo de falla de los equipos.

La metodología utilizada involucra las siguientes etapas:

i- Analizar el modo de falla de los equipos y de las instalaciones en su conjunto, estableciendo las acciones de control para su gestión.

ii- Recopilar el mejor conocimiento del personal de

DIS, para volcarlos a instructivos que permitan realizar de forma más eficiente las tareas de mantenimiento resultantes.

iii- Normalizar tareas y procedimientos, asignando los recursos necesarios y adecuados.

iv- Establecer un plan de mantenimiento que permita alcanzar los objetivos de calidad en forma eficiente.

v- Ejecutar el plan de mantenimiento conforme a las metas que se establezcan cumpliendo el presupuesto asignado.

vi- Registrar, analizar y gestionar el proceso de mantenimiento mediante un sistema de apoyo informático corporativo.

Del diagnóstico inicial efectuado para ver la realidad de partida, se desprenden los siguientes puntos a destacar:

- Falta de mecanismos de evaluación y medición del estado de las instalaciones.
- Baja asignación presupuestal, basada en históricos y no en una planificación real.
- Diversidad de métodos y criterios de mantenimiento en las diferentes unidades de la empresa (falta de estandarización en cuanto a que tareas se hacen, como hacerlas y con que frecuencia).
- Uso no homogéneo de recursos.
- Falta unificación de las mejores prácticas.
- Falta de vínculos de los registros de fallas con los objetos de mantenimiento.
- Inexistencia de sistemas informáticos de gestión de trabajos que permitan registrar el plan a ejecutar, controlar el avance en la ejecución, el control de los recursos, sus costos, etc.

La red de Distribución está compuesta básicamente por líneas aéreas y cables subterráneos de Media Tensión (niveles de tensión de 60 kV, 30 kV, 24 kV, 15 kV y 6 kV) y Baja Tensión (niveles de tensión 0.4 kV y 0.23 kV) que alimentan a los centros de transformación (Estaciones MT/MT y Subestaciones MT/BT) donde se transforma la energía entre los distintos niveles de tensión hasta llegar a la adecuada para cada cliente.

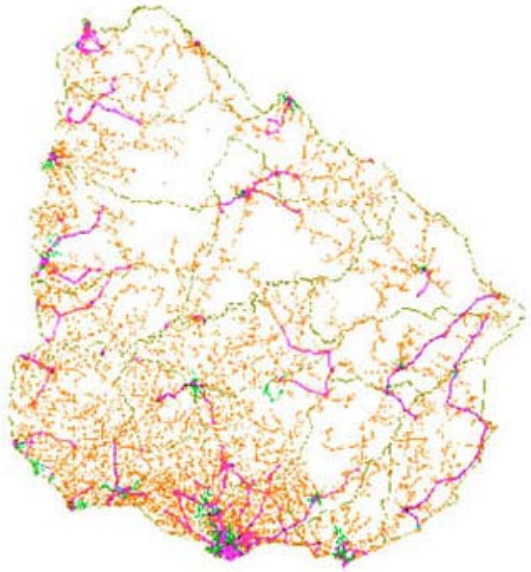

Fig. 2. Red de Distribución Eléctrica en Uruguay

TABLA I
EXTENSION DE LA RED

Líneas aéreas Media tensión	
6 a 24 kV	41.350 km
30 y 60 kV	4.000 km
Total	**45.350 km**

TABLA II
CANTIDAD DE INSTALACIONES

Centros de transformación y Puestos de Conexión	
Estaciones MT/MT	319
Subestaciones MT/BT	40.723
Total	**41.042**

Mantenimiento de Transformadores MT/MT

El parque total de transformadores MT/MT en las diferentes unidades de la empresa es el indicado en el siguiente cuadro:

TABLA III
CANTIDAD DE TRANSFORMADORES

Transformadores MT/MT	
Norte	86
Este	62
Oeste	70
Centro	100
Montevideo	159
Total	**477**

La gestión de estos activos a nivel de todo el país está distribuida entre 5 regionales que tienen cierta independencia en cuanto a los recursos materiales y humanos. Esta independencia implica un diferente punto de partida para cada una de ellas, así como que las prácticas y criterios aplicados difieran.

Los objetivos que se buscan entonces están alineados con el Proyecto de Mantenimiento y se pueden resumir en los siguientes:

- Definir acciones de mantenimiento a realizar a partir de un análisis técnico del equipamiento existente en su contexto operacional
- Contar con documentación técnica que describa detalladamente las tareas a realizar.
- Incorporar tecnologías que permitan mejorar el registro de las actuaciones y soporte informático
- Desarrollar rutinas que sean de aplicación de todo el ámbito geográfico de DIS

III. Desarrollo

La metodología empleada para la implantación de la revisión quinquenal del mantenimiento de transformadores MT/MT incluye las siguientes etapas:

- Análisis del Modo de Falla y sus Efectos (en adelante AMFE)
- Redacción de los instructivos de trabajo de tareas resultantes
- Desarrollo de herramientas informáticas
- Capacitación del personal
- Implantación y seguimiento.

El desarrollo de la metodología empleada, incluyendo el estudio del modo de falla de los equipos insumió un total de 2300 horas de trabajo, sin incluir el tiempo dedicado a la formación del personal.

Análisis del Modo de Falla y sus Efectos (AMFE)

Es un procedimiento usado para analizar las fallas posibles de un equipo y que efecto tienen sobre las funciones que éste debe cumplir. Esta técnica permite mejorar la confiabilidad del ítem indicando las tareas para eliminar o atenuar el efecto de cada falla.

Básicamente consiste en plantear una serie de preguntas sobre un equipo crítico (en este caso transformadores de potencia MT/MT), las cuales se muestran a continuación junto a un ejemplo para una función del transformador:

¿Cuales son las funciones del transformador? (Función)

- Transformar energía de un circuito primario a uno secundario en condiciones nominales

¿De que forma falla al cumplir esta función? (Modo de Falla)

- No transforma energía
- No transforma energía en condiciones nominales

¿Cual es la causa de "No transforma energía"? (Causas)

- Cortocircuito interno
- Conmutador abierto
- Cortocircuito externo

¿Que sucede cuando ocurre un "Cortocircuito interno"? (Efecto)

- Pérdida de aislación
- Efectos electrodinámicos
- Aumento de temperatura

¿Que debe ser hecho para prevenir un "Cortocircuito interno"? (Modo de Control)

- Cromatografía del aceite
- Control de gases de Relé Buchholz

Las tareas a desarrollar sobre el transformador serán entonces las que salen de los diferentes modos de control del AMFE y para su definición, periodicidad y responsables se deberá tener en cuenta:

- Para la definición de la tarea es importante registrar si surge en base a la experiencia de los especialistas intervinientes, de informes existentes de eventos ocurridos, de información del fabricante respecto a posibles fallas o de otros motivos.
- Para la periodicidad hay que tener en cuenta el período de evolución de la falla y las consecuencias para la red si esta se manifiesta. En general es determinada en base a la experiencia y puede ser ajustada en función del contexto operacional de cada equipo.
- En el estudio realizado se determina el responsable de cada una de las tareas a realizar, y podrá ser personal de mantenimiento o de operación

Finalmente del AMFE se obtiene un listado de las tareas a realizar, su periodicidad y responsable. Agrupando estas tareas por responsable y periodicidad se obtienen órdenes de trabajo definidas para cada acción de mantenimiento sobre el equipo.

Para el caso particular de los transformadores de potencia MT/MT, surgen de este estudio las siguientes acciones de mantenimiento:

- Revisión con frecuencia quinquenal
- Ensayos sobre aceite dieléctrico con frecuencia anual
- Inspección con frecuencia trimestral
- Inspección con frecuencia anual
- Control previo a la puesta en servicio inicial
- Control previo a la puesta en servicio al modificar la regulación del conmutador

El alcance de este trabajo es la revisión de frecuencia quinquenal.

Instructivos de trabajo y documentos relacionados

Una vez obtenida las tareas a realizar sobre el transformador, es necesario escribir un documento que contenga las instrucciones detalladas para efectuarlas, con el fin de asegurar correctamente su realización y que denominamos instructivo de trabajo.

Este es un medio inminentemente práctico para indicar "cómo" realizar una determinada tarea de mantenimiento que se encuentra dentro de las actividades del proceso.

La confección de los instructivos de trabajo por medio del personal adecuado permite:

- Revisar y discutir las prácticas de mantenimiento usadas en las diferentes unidades de la empresa
- Incorporar requisitos de seguridad, materiales, herramientas, etc.
- Normalizar las mejores prácticas
- Incorporar el cuidado del medio ambiente
- Incluir órdenes de servicio vigentes
- Organizar la información técnica de cada equipo

El tema de la seguridad en su conjunto fue implementado a través de fichas preventivas de seguridad. Cada una de estas fichas abarca un tema en particular (por ejemplo trabajos en estaciones, ensayos, trabajos en altura, etc.). Para la realización de una tarea se elige el conjunto de fichas que aplican a la misma. Si correspondieran requisitos de seguridad particulares para determinado instructivo de trabajo, se incluyen en el mismo.

Por ejemplo para el calentamiento de aceite para la prueba de un termómetro en un transformador en una estación de transformación aplican las fichas preventivas pruebas y ensayos, trabajos con sustancias químicas, trabajos en instalaciones señalizadas, trabajos en subestaciones o estaciones. A su vez el instructivo de trabajo incorpora los

requisitos particulares: elementos de protección personal y características del recipiente para calentamiento.

El esquema de un instructivo de trabajo, con la información del contenido de cada punto es:

0. Trámite y revisiones: incluye participantes en la confección del documento y revisiones realizadas
1. Objetivo y ámbito de aplicación
2. Documentos de referencia: son los documentos necesarios o recomendados para la comprensión del instructivo
3. Definiciones y abreviaturas
4. Requisitos de seguridad: sólo los particulares de las tareas involucradas
5. Equipos, herramientas e instrumentos
6. Materiales
7. Desarrollo de las tareas: explicación detallada de la forma de realizarlas
8. Registros: responsable, ubicación y período de archivo
9. Involucrados: son las unidades que tienen que conocer el instructivo
10. Anexos: material adicional para la comprensión o realización de la tarea.

El listado de los instructivos de trabajo que aplica a la revisión de los transformadores MT/MT es el siguiente:

1. Inspección general
2. Inspección de conexiones
3. Detección de cloro en aceite dieléctrico con kit
4. Extracción de muestra de aceite
5. Medida de rigidez dieléctrica del aceite
6. Medida de resistencia de aislamiento e índice de polarización
7. Medida de relación de transformación e índice de conexión
8. Medida de resistencia de bobinados
9. Prueba de imagen térmica y termómetro
10. Prueba de ventilación forzada
11. Prueba de nivel de aceite
12. Prueba de relé Buchholz

Para cada uno de los instrumentos utilizados en los instructivos de trabajo se confecciona una ficha técnica que tiene instrucciones sobre su funcionamiento y sus características.

Una vez confeccionados los instructivos de trabajo se agrupan en un plan de calidad que funciona como un resumen de las tareas a realizar, a la vez que fija el orden de realización, sus responsables, la documentación de cada punto, las características a controlar en cada tarea, valores de referencia y acciones ante desvíos.

A efectos de incorporar cambios que puedan surgir de pruebas prácticas, se realizaron pruebas piloto en diferentes unidades de la empresa. Estas consisten en la realización de la revisión de un equipo en la red aplicando los instructivos de trabajo y el plan de calidad desarrollados. El proceso incluye la capacitación previa de la brigada, un seguimiento durante el desarrollo de la prueba y una evaluación final junto con el personal interviniente

TABLA IV
RESUMEN DEL PLAN DE CALIDAD DE REVISION QUINQUENAL DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA MT/MT, UTE-DIS

DESCRIPCION DE LA TAREA	CARACTERISTICAS A CONTROLAR	VALORES DE REFERENCIA
Planificación	Cumplimiento del Cronograma	Plazos y cantidad de transformadores
Preparación de las tareas	Entorno operacional y tareas a cumplir	Plazos y cantidad de transformadores
Señalización, delimitación y aseguramiento de la zona de trabajo	Cumplimiento de la S1D e IT-DIS-MO-MT00	Correcto / incorrecto
Inspección del trafo desenergizado	Pérdidas de aceite	SI / NO
	Estado del silica gel	Mant. Humedad > 90%
		Obras. Humedad > 20%
	Estado de aisladores	Categoría Crítico
		Categoría Principal
		Categoría Secundario
	Estado de la pintura	Correcto / Incorrecto
	Canales y radiadores de ventilación	Libres / obstruidos
	Barras de refuerzo	SI / NO
	Toberas	Abiertas / cerradas
	Funcionamiento termostato	SI / NO
Inspección del trafo desenergizado	Ubicación de la chapa característica	Correcto / Incorrecto
	Estado de tablero de control	
	Membrana de alivio de presión	
	Nivel de aceite	
Inspección general de elementos de conexión	Uniones abulonadas	Correcto / Incorrecto
	Conexiones a tierra	
	Bastidores de cable de potencia	
	Sellado de cámaras de acometida de cables	
	Fijación del transformador	
	Base del transformador	
Desconexión del trafo	Fases marcadas	SI / NO
Ensayo de contenido de PCB	Contenido de cloro	Presencia de cloro mayor a 50 ppm
	Contenido de PCB	Presencia de PCB mayor a 50 ppm
Extracción de muestra de aceite	Cantidad extraída	Depende de los ensayos
Ensayo de rigidez dieléctrica del aceite	Rigidez dieléctrica del aceite	Aceite nuevo 50 kV
		Aceite en uso 30 kV
Ensayos de aceite en laboratorio	Contenido en agua (mg/kg)	Aceite nuevo 20 máx.
		Aceite en uso 30 máx
	N° de neutralización (mg KOH/g)	Aceite nuevo 0,03 máx
		Aceite en uso 0,2 máx
	Tensión interfasial	Aceite nuevo 30 mín
	(N/m.10-3)	Aceite en uso 21 mín
	Factor de pérdidas dieléctricas a 90°C (tg δ)	Aceite nuevo 0,015 máx
		Aceite en uso 0,050 máx
Ensayo de resistencia de aislación	Resistencia de aislación (MΩ)	trafo nuevo mayor a 1000
		trafo usado mayor a 700

Ensayo de índice de polarización	Índice de polarización	Menor a 1.25
Ensayo de relación de transformación e índice de conexión	Relación del trafo y grupo de conexión	Relación menor a 0,5%
		grupo correcto (Mant)
Medida de resistencia de bobinados	Resistencia de los bobinados	10 % de diferencia entre fases
Ensayo de termómetro	Medida de temperatura	± 5°C
y rele de imagen térmica	Aumento de temperatura del relé sobre el aceite	Comparación contra valores del fabricante
Prueba de Ventilación forzada	Desobstrucción de canales, radiadores y forzadores	Obstruido / desobstruido
	Estado de tablero de control de forzadores	Correcto / incorrecto
	Funcionamiento de los forzadores	Funciona / no funciona
Prueba de nivel de aceite	Estado de los componentes	Correcto / incorrecto
	Indicación de nivel de aceite	
	Señalización de los contactos	
Prueba de Relé Buchholz	Estado de los componentes	Correcto / incorrecto
	Montaje del rele	
	Funcionamiento de flotadores y señalización de los contactos	
Conexión del trafo	Par de apriete y limpieza	Tabla de torques
Limpieza de la zona de trabajo	Retiro de elementos sobrantes y almacenamiento de las herramientas	Correcto / incorrecto
Entrega de la instalación	Cumplimiento de la NS1D	Correcto / incorrecto

A efectos de incorporar cambios que puedan surgir de pruebas prácticas, se realizaron pruebas piloto en diferentes unidades de la empresa. Estas consisten en la realización de la revisión de un equipo en la red aplicando los instructivos de trabajo y el plan de calidad desarrollados. El proceso incluye la capacitación previa de la brigada, un seguimiento durante el desarrollo de la prueba y una evaluación final junto con el personal interviniente.

Desarrollo de herramientas informáticas

Las herramientas informáticas a utilizar fueron desarrolladas por personal propio en base al sistema informático actual de mantenimiento (en adelante ITM) y a un sistema de captura de datos mediante Pocket PC.

El proceso de las acciones de revisión de transformadores es el siguiente:

1. Partiendo de la periodicidad establecida en cada caso, a los efectos de la programación, se genera en el ITM la tarea 15 días antes de la fecha prevista de realización.
2. Se agrupan todas las tareas pendientes asociadas al transformador en un única orden de trabajo, se asigna el personal y la fecha definitiva del trabajo
3. Se exporta la orden de trabajo a la colectora de datos.
4. Se realiza la revisión del transformador, levantando al información en sitio en la colectora de datos, indicando los valores medidos y los trabajos realizados. A su vez la colectora de datos permite generar nuevas tareas y cerrar las que se encuentren pendientes, con un informe técnico en cada caso.
5. Se devuelve la información generada desde la colectora al ITM
6. Se realiza el cierre del orden de trabajo en el ITM

La utilización de la colectora de datos permite bajar los tiempos de registro, mejorando mucho su confiabilidad al eliminar el llenado de planillas y su posterior pasaje informático.

Fig. 3. Colectora de Datos, Pocket PC

Capacitación

La capacitación estuvo dirigida a los siguientes puntos básicos: seguridad del personal, instructivos de trabajos, manejo de instrumentos y de herramientas informáticas. En función de ellos se implementaron 3 cursos diferentes: fichas preventivas de seguridad, instructivos de trabajo con 2 módulos (general y medidas) y manejo de herramientas informáticas.

Fig. 4. Curso de Capacitación

Estas actividades se dictaron en uno de los centros de formación de UTE, siendo los instructores parte del grupo de trabajo que desarrolló los instructivos y procedimientos. Los cursos, en todos los casos cuentan con parte teórica, prácticas en taller y una evaluación final para la aprobación del curso.

Respecto a la respuesta de los participantes, la

concurrencia, motivación, disposición y por ende los niveles de aprobación, en general han sido muy buenos. Surgieron muchas consultas referentes al funcionamiento y diseño de los transformadores que iban más allá de los contenidos de los instructivos de trabajo y objetivos del curso. El hecho de tener funcionarios de distintas unidades en un mismo curso, tanto de instructores como de participantes, generó un intercambio de experiencias que enriquecieron y aportaron mucho al curso.

Implantación y seguimiento

Una vez capacitado el personal involucrado, se procedió a la implantación de las nuevas tareas de revisión de transformadores, mediante la realización de la primera tarea de revisión de transformador en cada unidad de mantenimiento. Esta implantación se realizó a fines del año 2007 en tres de los sectores involucrados y en el primer semestre del año 2008 en los otros dos.

Desde su implantación se han realizado más de 30 revisiones de transformadores, las que han permitido detectar entre otros los siguientes problemas:

- Termómetro o imagen térmica con mal funcionamiento o mal conectados
- Nivel de aceite con mal funcionamiento
- Conexiones no adecuadas entre los elementos de protección y las alarmas o interruptores
- Mal funcionamiento del conmutador

Fig. 5. Ensayo de Resistencia de Aislación

IV. Conclusiones

Dentro del Proyecto de Mejora de la Gestión del Mantenimiento, la revisión de transformadores MT/MT es la primera etapa que se implanta relacionada con tareas en las Estaciones de Transformación.

Completada la implantación de estas tareas en las diferentes unidades de mantenimiento del país, es posible sacar las siguientes conclusiones:

- La metodología de trabajo empleada implica una fuerte participación del personal que realiza las tareas en las etapas de estudios técnicos y desarrollo de procedimientos, lo que significa una facilidad a la hora de implantar por el conocimiento previo que tienen del trabajo y su desarrollo.
- Todas las tareas incluidas en la revisión obedecen a un análisis técnico del equipo, lo que permite concentrarse exclusivamente en tareas que respondan a un modo de falla y descartar otras que se venían realizando por costumbre.
- Si bien en mayor o menor medida se venían realizando tareas de mantenimiento sobre estos equipos, nunca se había llegado al detalle y sistematización actual de actividades. Esto ha permitido detectar defectos ocultos, evitando una parada no programada o directamente la falla del equipo.
- Estos transformadores tienen una vida útil esperada de 25 años y que puede extenderse a 40 o hasta 50 años de servicio. El sistema informático desarrollado mantiene información del estado del transformador durante su vida, ayudando a detectar los primeros síntomas de un defecto interno o simplemente aportando datos históricos que permitan tomar mejores decisiones sobre una eventual retirada de servicio.
- La revisión planteada permite estandarizar los procedimientos de trabajo en las diferentes unidades de mantenimiento, situación fundamental para una empresa con personal distribuido en todo el país.
- El uso de un sistema informático corporativo permite realizar consultas y actualizaciones desde cualquier PC conectada a la red de UTE, mientras se cuenten con los permisos adecuados.
- Las tareas definidas permiten dar un paso más en el sentido de consolidar un proceso de mejora continua en el mantenimiento de la red de Distribución.
- La captura de datos en el lugar del trabajo con colectoras de datos portátiles, permite bajar tiempos, evitar errores de transcripción y acercar el uso de herramientas informáticas que muchas veces son un incentivo más para las tareas a realizar.

V. Referencias

[1] *IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment*, Norma IEEE Std C57.106,2006

[2] *UTE(Uruguay) Transformadores Trifásicos para Distribución en Media Tensión para Instalación en Intemperie,* Norma UTE N.MA. 45.07/2, Octubre 2005.

VI. Biografías

Marcelo Mula Nacido en Montevideo, Uruguay, el 11 de Noviembre de 1972. Estudió en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, obteniendo su título de Ingeniero Industrial Mecánico en Febrero de 1999. Obtuvo el diploma de Posgrado en Administración en la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de Empresas de la UDELAR en Junio de 2002. Actualmente se desempeña como Especialista en Normalización en la Gerencia de Proyectos y Normalización de la División Redes de Distribución, UTE.

Juan Pertusso Nacido en Montevideo, Uruguay, el 16 de octubre de 1968. Estudió en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, obteniendo su título de Ingeniero Industrial Mecánico en Marzo de 1995. Obtuvo el diploma de Posgrado en Administración en la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de Empresas de la UDELAR en Junio de 1999. Trabajó en Ancap en el departamento de Mantenimiento, en las centrales de generación a vapor Central Batlle y a gas Central Térmica de Respaldo de UTE y actualmente se desempeña en Normalización en el área de transformadores en la Gerencia de Proyectos y Normalización de División Redes, Distribución, UTE. La experiencia incluye más de 3.000 transformadores inspeccionados en todas las fábricas de la región